التركيب الخلوي الخلية البكتيرية

التراكيب الخارجية أو السطحية

- الأسواط
- الزوائد الشعرية
- العلبة والطبقة الهلامية
- الغلاف أو الغمد
- الزوائد والسوق
- الجدار الخلوي

التراكيب الداخلية (البروتوبلاست)

- الغشاء السيتوبلازمي
- المواد المخزنة
- الفجوات
- المكونات السيتوبلازمية الذائبة
- المحتويات الداخلية
- المادة النووية

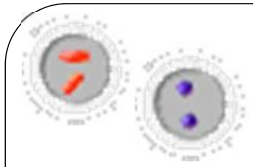
الجدار الخلوي Cell Wall

لدراسة التركيب الكيميائي لمكونات الجدار الخلوي البكتيري لابد من فصله

- كيفية فصل الجدار الخلوي ؟

الرج الشديد لمعلق الخلايا البكتيرية في وجود كريات زجاجية (قطرها **0.07** مم)

ثم الطرد المركزي للخليط



الجدار الخلوي Cell Wall

تنقسم الخلايا البكتيرية من حيث الجدار الخلوي الى ثلاث أقسام:

- **بكتيريا الأركيو Archaeobacteria**

لا تحتوي علي ببتيدوجلايكان و يتكون من بروتين و جلايكوبروتين و عديدات التسكر
بعضها يحتوي علي ميورين كاذب
أ) N-acetyl-talos amin uronic acid
ب) الأحماض الأمينية كلها يسارية

- **البكتيريا الراقية Higher bacteria**

لا يوجد لها جدار خلوي
Myxobacteriales & Spirochaetales

- **البكتيريا الحقيقية True bacteria**

يمثل ٢٠٪ من الوزن الجاف ، سمكه ١٠-٢٠ نانوميتر

الجدار الخلوي Cell Wall

تركيب الجدار الخلوي في البكتريا الحقيقية

- يتركب مادة الببتيدوجلوكان **Peptidoglycan** أو ميكوببتيد **Mucopeptide** أو ميورين **Murein**
- هو بوليمر غير قابل للذوبان
- منفذ
- عبارة عن خيوط طويلة متشابكة
- تمتاز بصلابتها وقابليتها للشد والانثناء
- تحيط بالغشاء السيتوبلازمي للخلية البكتيرية
- لا يوجد الببتيدوجلوكان إلا في الخلايا بدائية النواة

الجدار الخلوي Cell Wall

تتركب وحدة الببتيدوجلوكان **Peptidoglycan monomer** من :

1- استيل جلوكوز أمين N-Acetyle glucose (NAG or AGA)

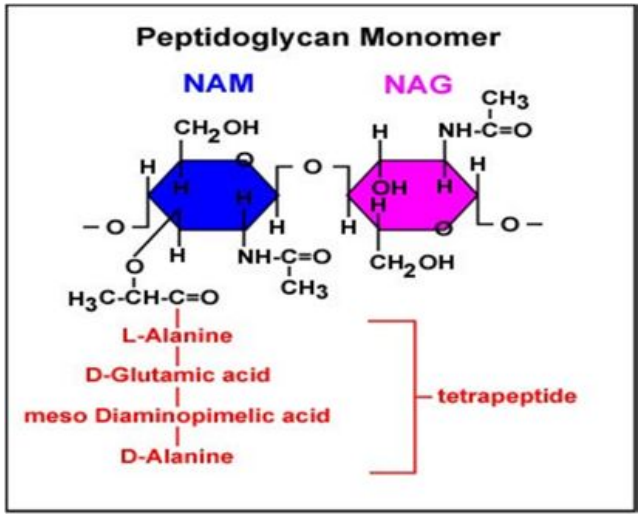
2- استيل حامض الميوراميك N-Acetyle muramic acid (NAM or AMA)

3- ببتيد يتكون من 4 أو 5 أحماض أمينية

L-alanine , D-glutamic acid,

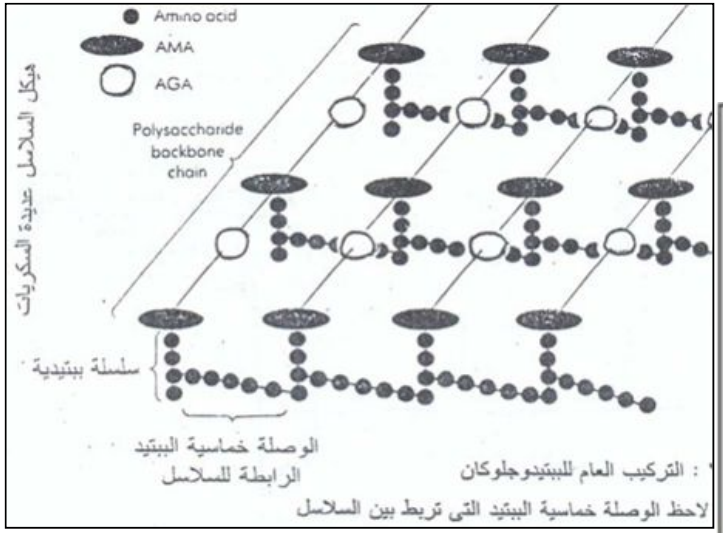
L-diamino Pimelic acid (AAP),

D-alanine

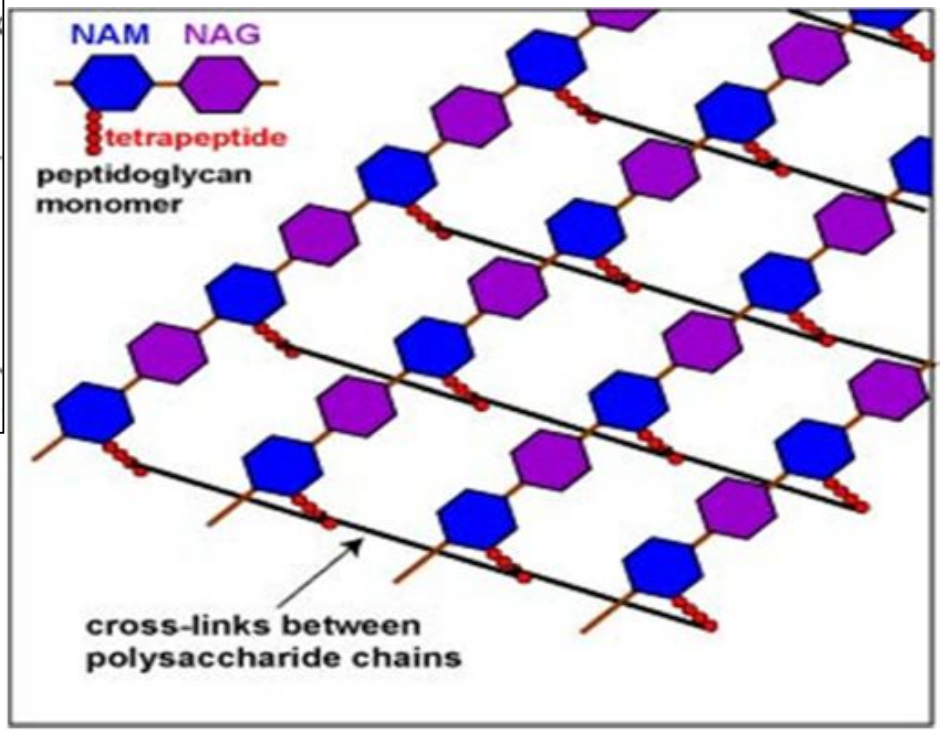


الجدار الخلوي Cell Wall

التركيب العام لهيكل الببتيدوجلوكان Peptidoglycan



١ : التركيب العام للببتيدوجلوكان
لاحظ الوصلة خماسية الببتيد التي تربط بين السلاسل



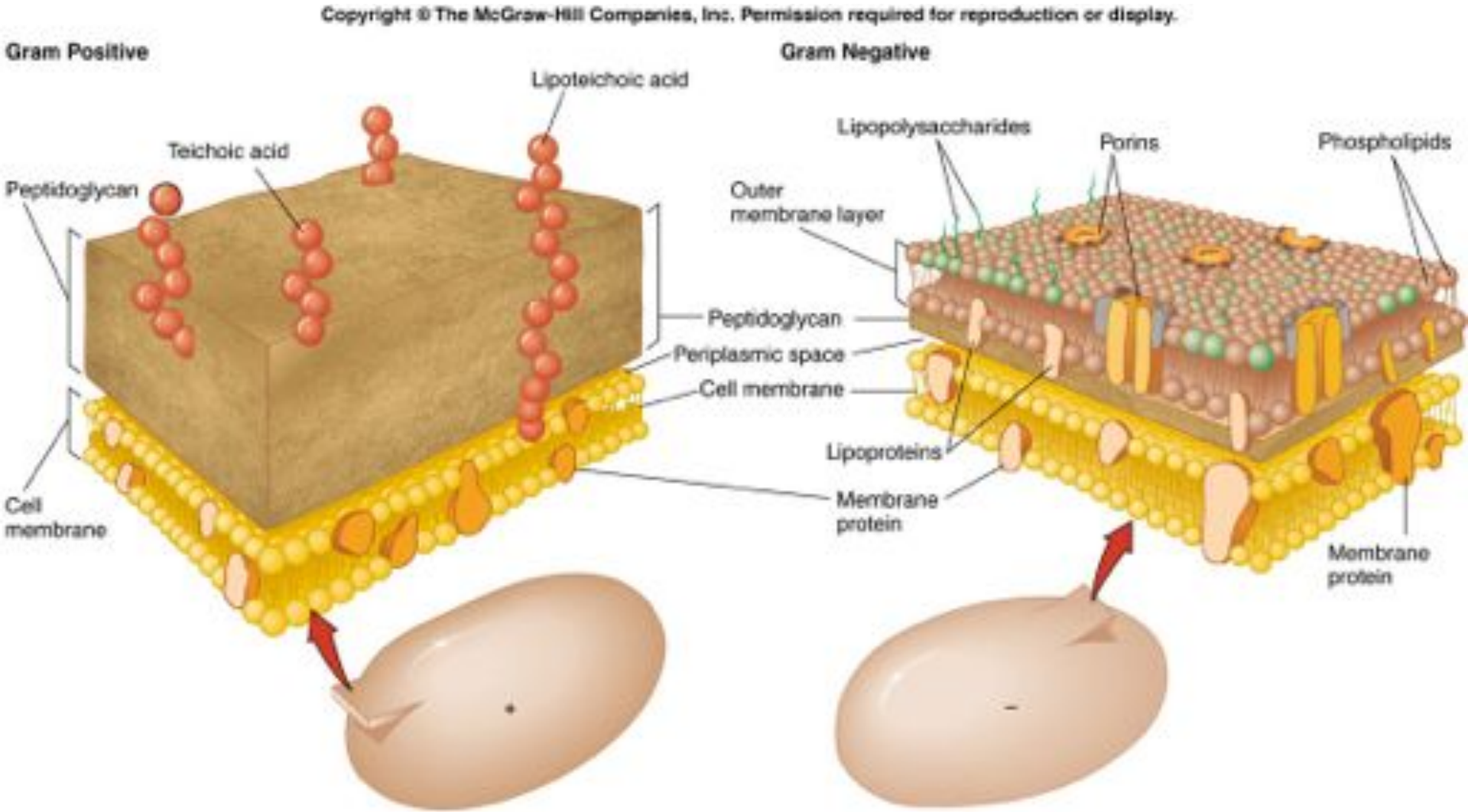
الجدار الخلوي Cell Wall

من أهم الخصائص التركيبية للجدار الخلوي البكتيري

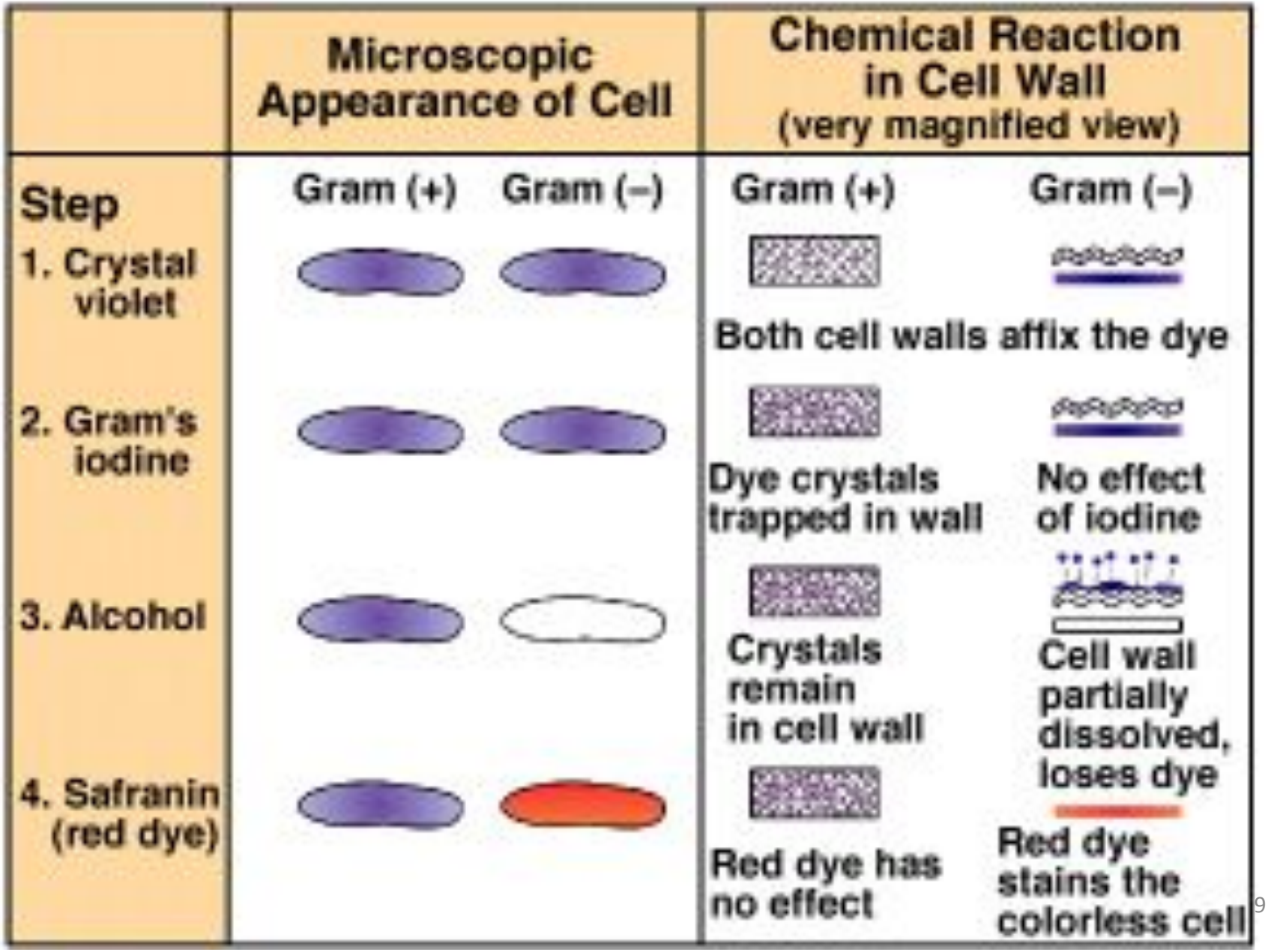
- احتوائه على المشابهات اليمينية D-isomers للأحماض الامينية
- وجود حامض الميوراميك
- وجود حامض Diamino Pimelic acid

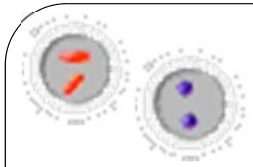
Gram positive

Gram negative



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





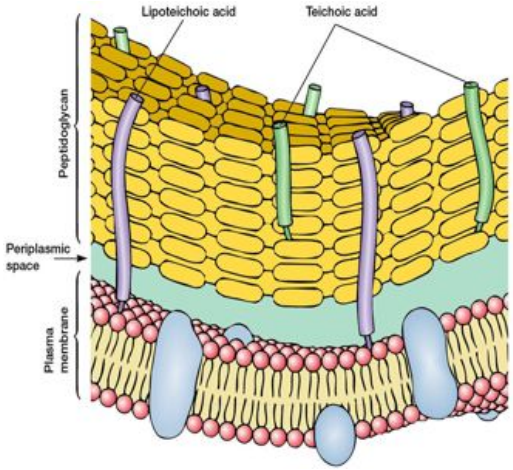
الجدار الخلوي Cell Wall

حمض التيكويك Teichoic acid

- يوجد في البكتيريا الموجبة لصبغة جرام
- **تركيبه الكيميائي :**

بوليمر من فوسفات الريبيتول أو فوسفات الجلسرول وسكريات أخرى مفسفرة

يرتبط الحامض بروابط أيونية من المغنسيوم ويرتبط بروابط تكافؤية مع الميورين



الجدار الخلوي Cell Wall

الغشاء الخارجي Outer membrane

مكان وجوده :

- مميز للجدار الخلوي في **البكتيريا السالبة لصبغة جرام** G^-
- يغطي السطح العلوي لطبقة الببتيدوجلوكان (الميورين) الموجودة بجدار الخلية

أهميته :

1. حماية مكونات الخلية الداخلية من **تأثير الكيماويات الضارة**
2. يمنع وصول بعض **الإنزيمات المحللة** للميورين مثل إنزيم الليسوزيم

الجدار الخلوي Cell Wall

Outer membrane الغشاء الخارجي

تركيبه :

ذو طبقتين Bilayered

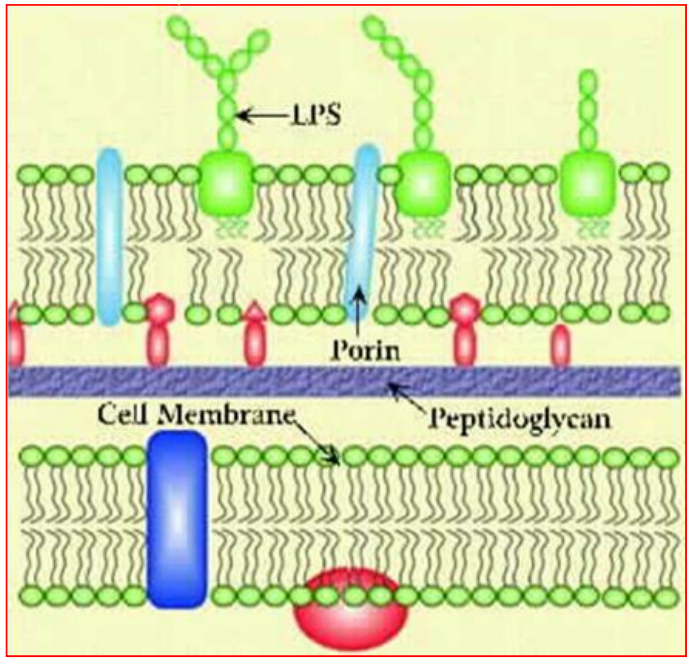
وهو يتكون من بروتينات Protein

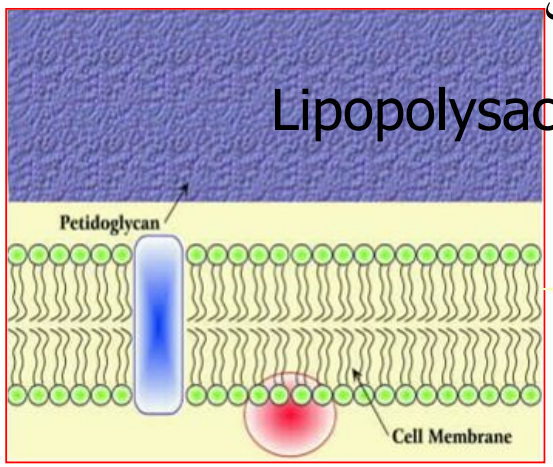
وفوسفوليبيدات Phospholipids

وليبو عديد السكريات

Lipopolysaccharides (LPS)

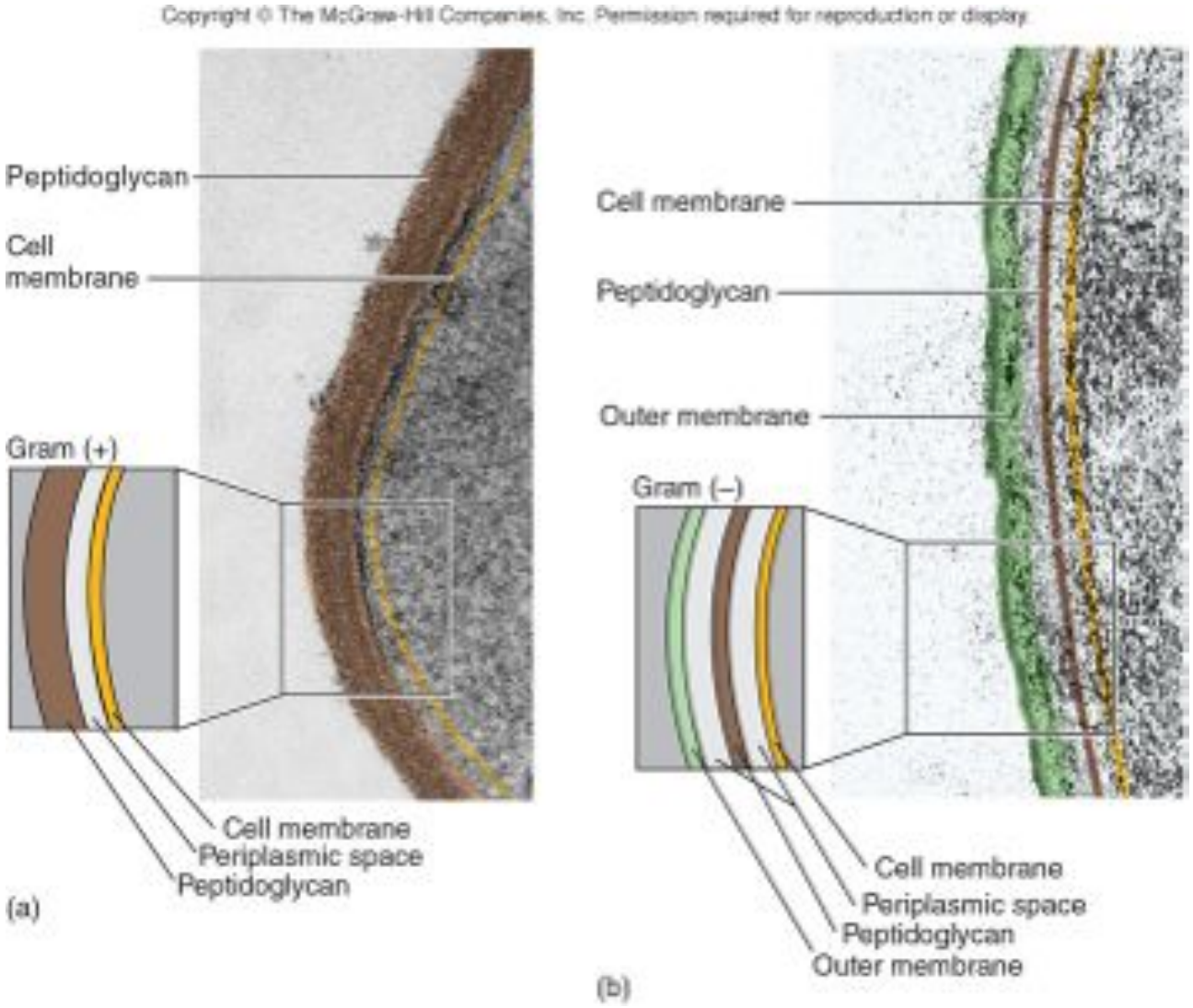
G-

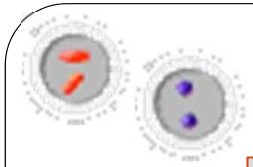




G+

Gram positive& nigative wall





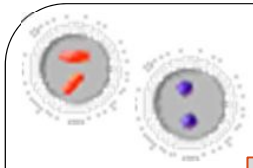
الجدار الخلوي Cell Wall

الغشاء الخارجي Outer membrane

وجود هذا الغشاء يكسب البكتيريا السالبة لصبغة جرام خصائص مميزة لها منها :

1- جدار البكتيريا السالبة لصبغة جرام **غني بالليبيدات Lipids** عن البكتيريا الموجبة لصبغة جرام (تمثل حوالي 20% من الوزن الجاف للجدار)

2- وجود تركيب الليبو **عديد السكريات (LPS)** يعود إليها الخواص السامة المعروفة **بالتوكسينات الداخلية Endotoxins** في بعض الأنواع البكتيرية السالبة لصبغة جرام مثل بكتيريا *Salmonella* & *Shigella*



الجدار الخلوي Cell Wall

الغشاء الخارجي Outer membrane

وجود هذا الغشاء يكسب البكتيريا السالبة لصبغة جرام خصائص مميزة لها منها :

3- وجود سلسلة جانبية من **عديد السكريات Polysaccharide side chain**

تعطي الخلية **ذات خواص انتيجينية جسدية** (جسم الخلية) O-antigen

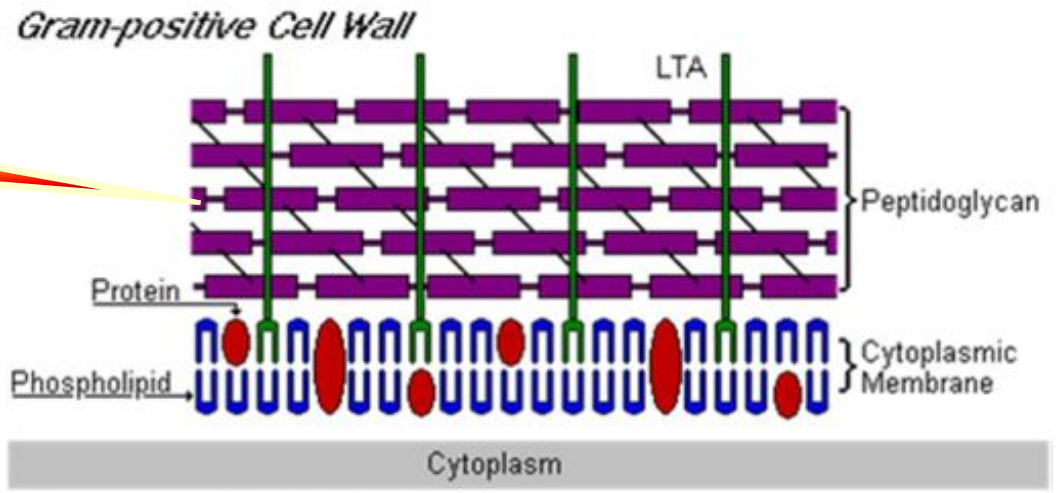
A. تختلف مكونات هذه السلسلة من نوع بكتيري لآخر

B. ترجع إلى هذه السلسلة الجانبية أغلب الخواص السيرولوجية للبكتيريا السالبة لصبغة جرام (مثل بكتيريا *Salmonella* & *Shigella & Rhizobium*)

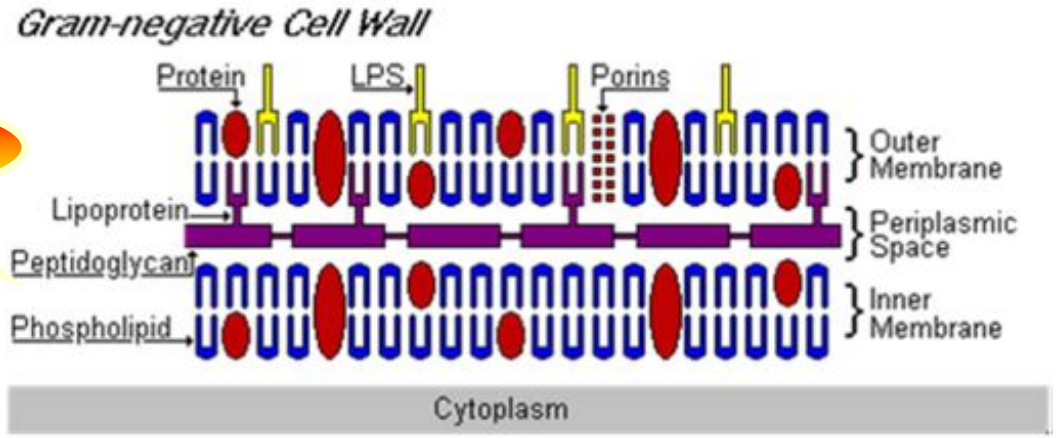
C. تعمل هذه السلسلة كمستقبل للفاجات

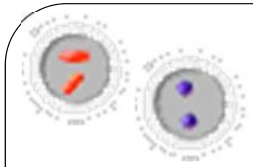
Cell wall الجدار الخلوى

البكتريا +G



البكتريا -G





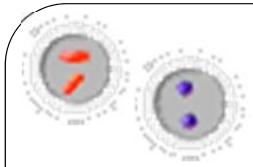
الجدار الخلوي Cell Wall

الصبغ بصبغة جرام

- تقسم الخلايا البكتيرية الى مجموعتين طبقاً للصبغ بصبغة جرام

بكتريا موجبة لصبغة جرام G+ & وبكتريا سالبة لصبغة جرام G-

- لذلك فهي صفة تقسيمية هامة في البكتيريا
- تركيب الجدار الخلوي والغشاء السيتوبلازمي المسئولين عن الايجابية أو السالبية لصبغة جرام – الدليل على هذا أن الخلايا تفقد ايجابيتها لصبغة جرام إذا فقدت جدارها الخلوي نتيجة المعاملة بإنزيم الليزوزيم



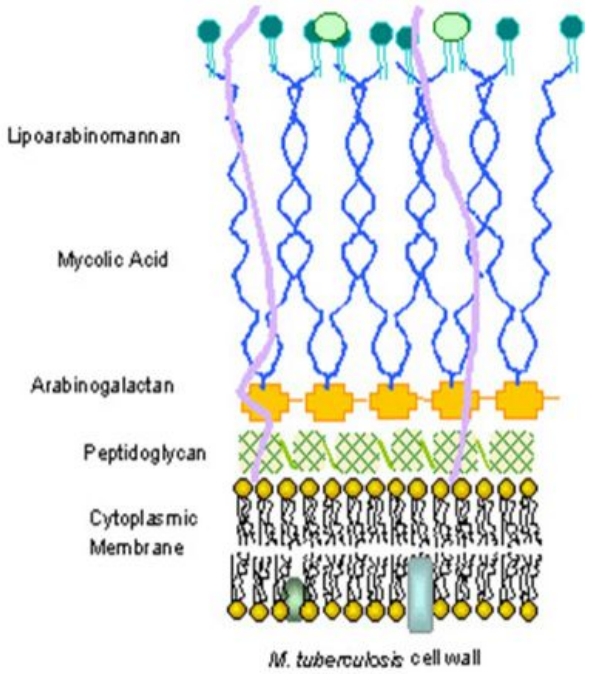
الجدار الخلوي Cell Wall

الصبغ الصامد للأحماض

الجدار الخلوي البكتيري هو المسئول عن الصبغ الصامد للأحماض

– حيث أن بعض الخلايا البكتيرية مثل **بكتيريا مرض السل**

Mycobacterium tuberculosis

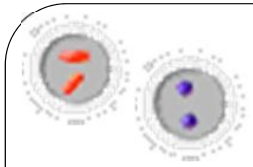


يحتوي جدارها الخلوي على **حامض الميكوليك**

Mycolic acid وهو حامض دهني

وهو المسئول عن خاصية صمود الخلايا

للصبغ الحامضي



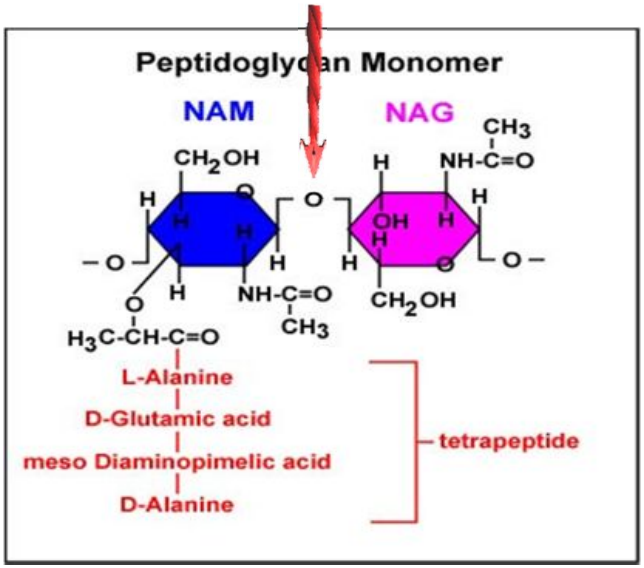
الجدار الخلوي Cell Wall

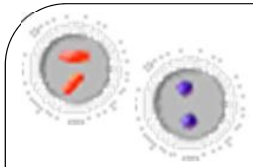
تأثير إنزيم اللايسوزيم على الجدار الخلوي

- يوجد هذا الإنزيم في بياض البيض والدموع والعرق وإفرازات الأنف المخاطية
- **يهاجم الإنزيم الروابط الجليكوزيدية بالميورين**

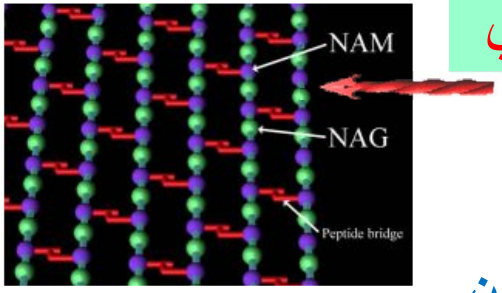
الرابطة بين جزئ N-acetylmuramic acid (NAMA)

وجزئ N-acetylglucose amine (NAGA)





الجدار الخلوي Cell Wall

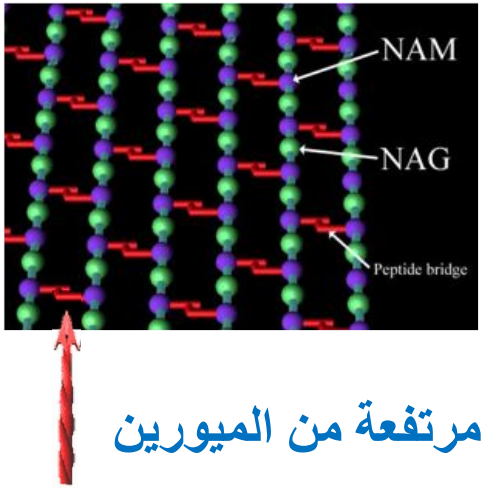


تأثير إنزيم اللايسوزيم على الجدار الخلوي

- وبالتالي فالإنزيم يكسر شبكة الميورين
- يؤثر الإنزيم على الخلايا التامة النمو أو التي في طور السكون
- تتحلل الخلايا الموجبة لصبغة لجرام نتيجة معاملة الخلايا البكتيرية بإنزيم اللايسوزيم
- أما الخلايا السالبة لصبغة جرام تتحلل بفعل الإنزيم بعد إزالة طبقة الليبوبولى سكريات **Outer membrane** المرتبطة بالميورين بأيونات الكالسيوم باستخدام مادة مخلبية مثل **EDTA** التي تنزع الكالسيوم فيتحرر الميورين من الليبوبولي سكريات فيصبح خاضعاً للتأثير بالإنزيم

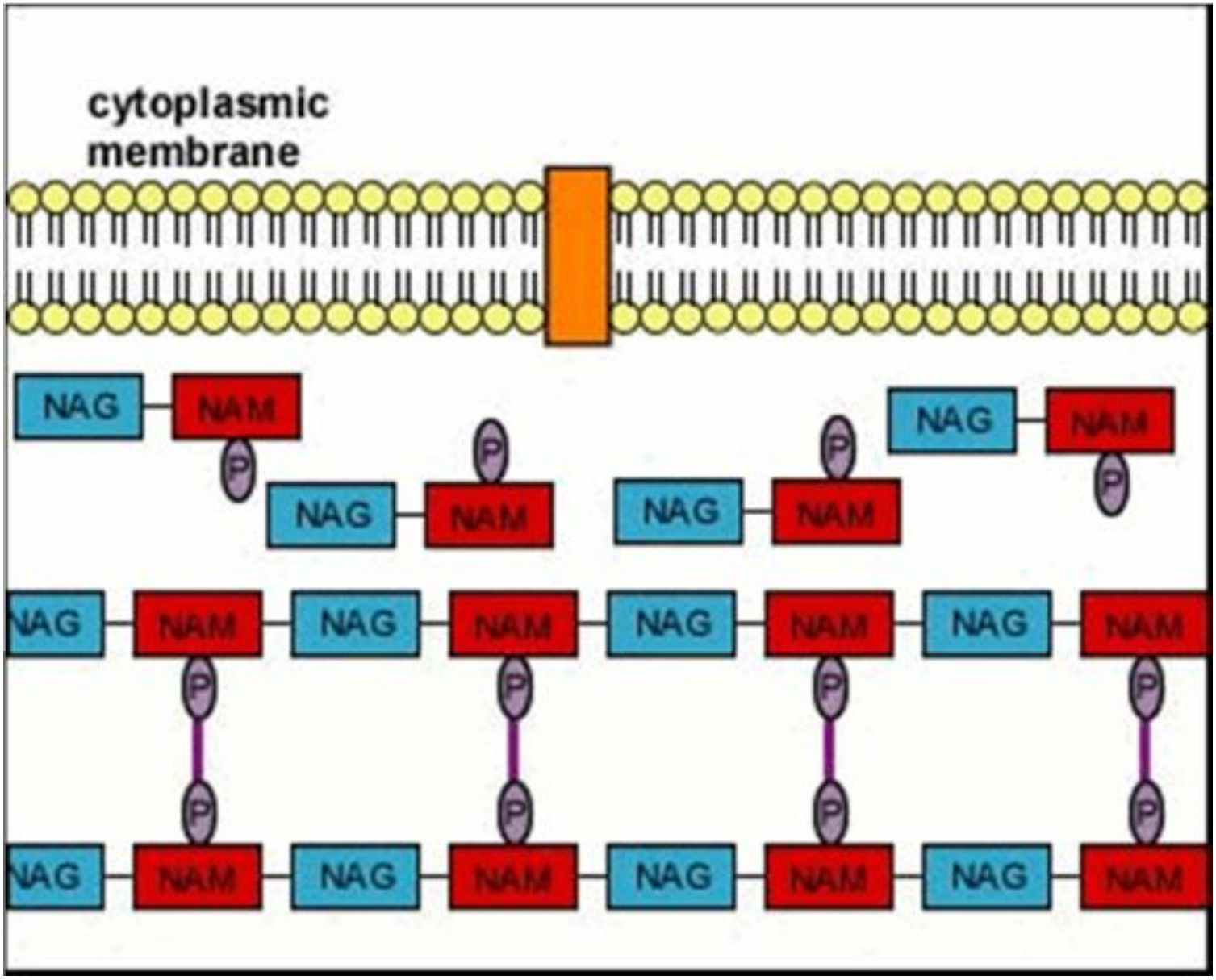
الجدار الخلوي Cell Wall

تأثير البنسلين على الجدار الخلوي



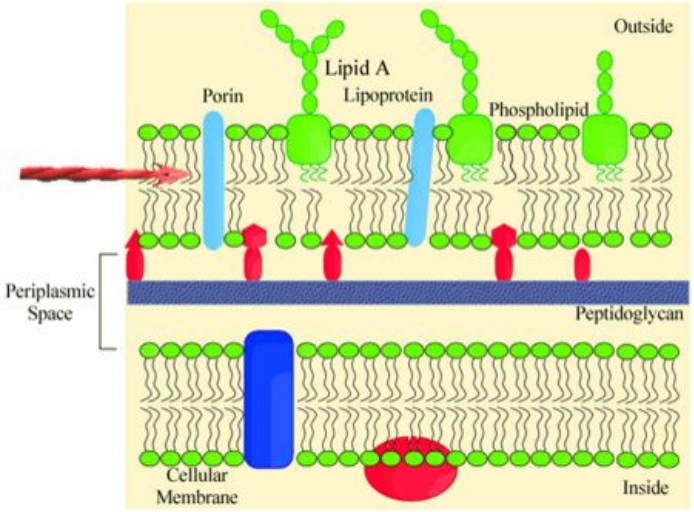
- البنسلين أول مضاد حيوي اكتشف عام 1928
- يؤثر أساساً على البكتريا الموجبة لصبغة جرام مثل البكتريا العنقودية ***Staphylococcus*** والسبحية ***Streptococcus*** لاحتواء جدارها على نسبة مرتفعة من الميورين
- يثبط البنسلين عملية تخليق مادة الببتيدوجلوكان المكونة للجدار الخلوي – بمنع تكوين الروابط بين وحداتها البنائية
- لهذا البنسلين يؤثر فقط على الخلايا تحت التكوين (الجديدة أو الحديثة) – ولا يؤثر على الخلايا النامية أو التي في طور السكون

تتكون خلايا L-forms وهي غير منتظمة الأشكال و الأحجام وفاقدة لصلابتها بسبب فقدها لجدارها الخلوي


cytoplasmic membrane
NAG
NAM
P

الجدار الخلوي Cell Wall

البورينات Porins



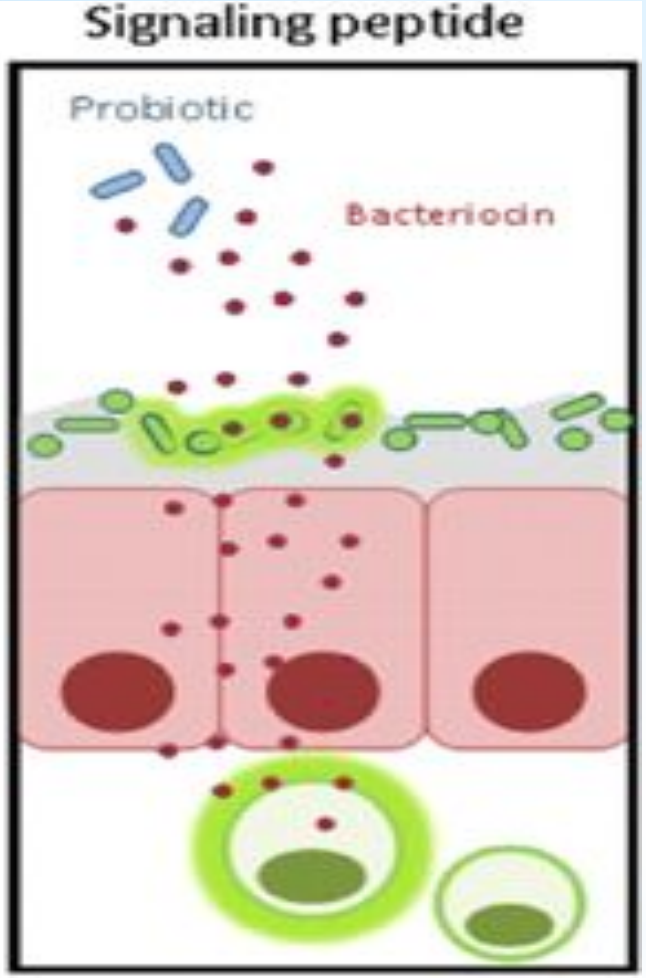
- تقع البورينات بالغشاء الخارجي للميورين

Outer membrane

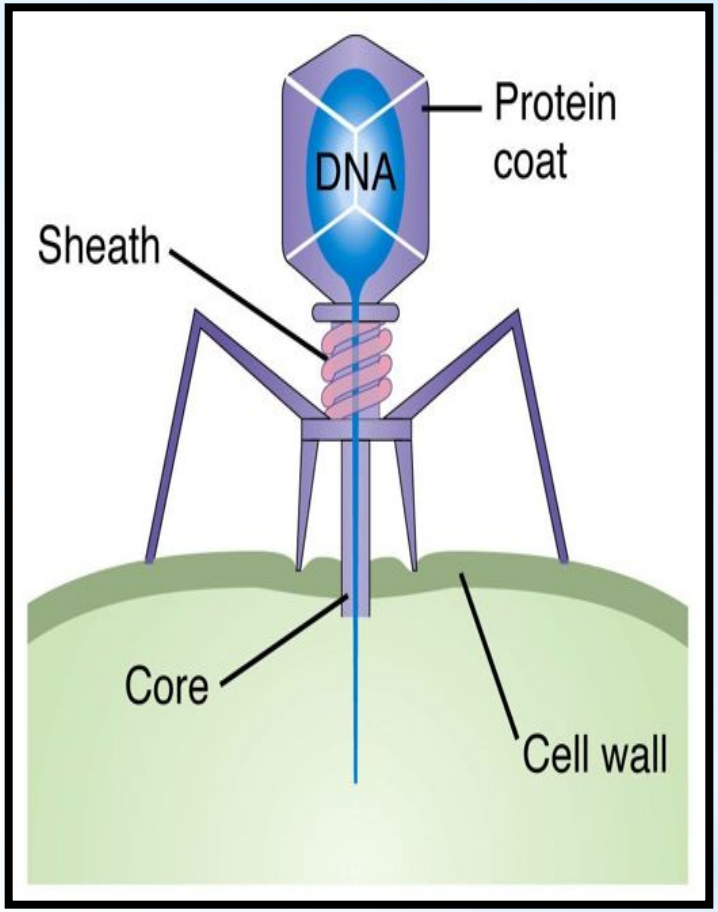
- هي بروتينات خاصة

أهميتها :

- تحتوي على قنوات دقيقة تسمح بنفاذ بعض المواد ذات الجزيئات الصغيرة كالسكريات والأحماض الامينية والببتيدات
- تعمل كمستقبلات تلتصق بها الفاجات **Phages** والبكتريوسينات **Bacteriocin**

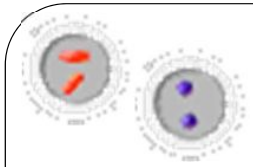


Bacteriophage



Bacteriocins;

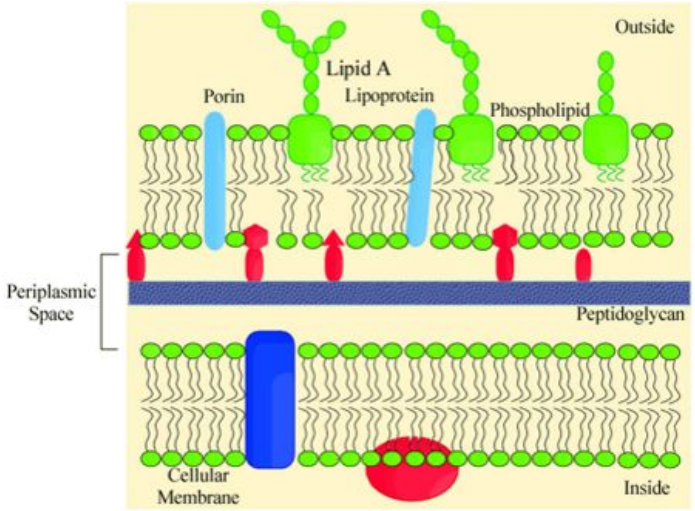
Are Proteinaceous toxins produced by bacteria to inhibit the growth of closely related bacterial strain



الجدار الخلوي Cell Wall

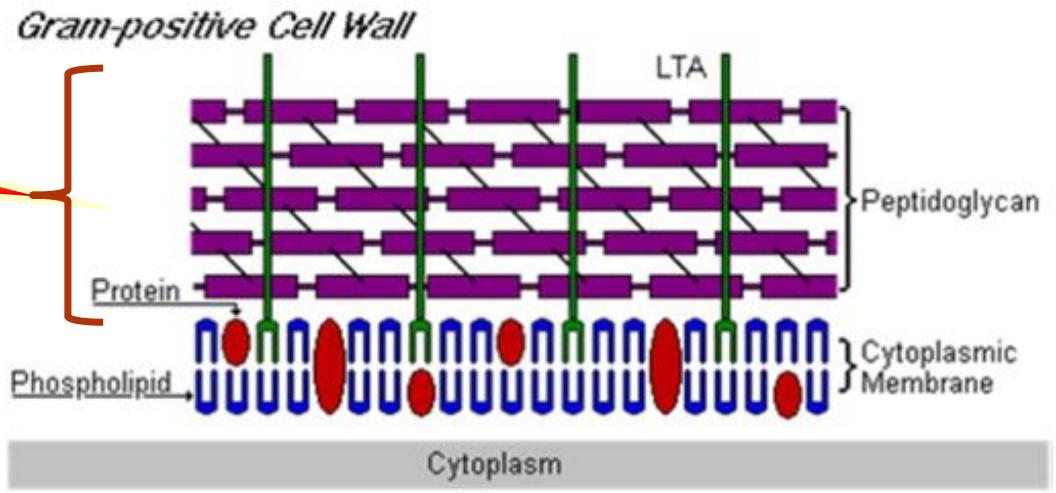
الحيز البريبلازمي Periplasmic space

- يوجد الحيز البريبلازمي بالبكتيريا السالبة لصبغة جرام
- يقع بين الببتيدوجلوكان والغشاء السيتوبلازمي للخلية البكتيرية
- يحتوي على نسبة مرتفعة من البروتينات
- يحتوي على مجموعة من الإنزيمات

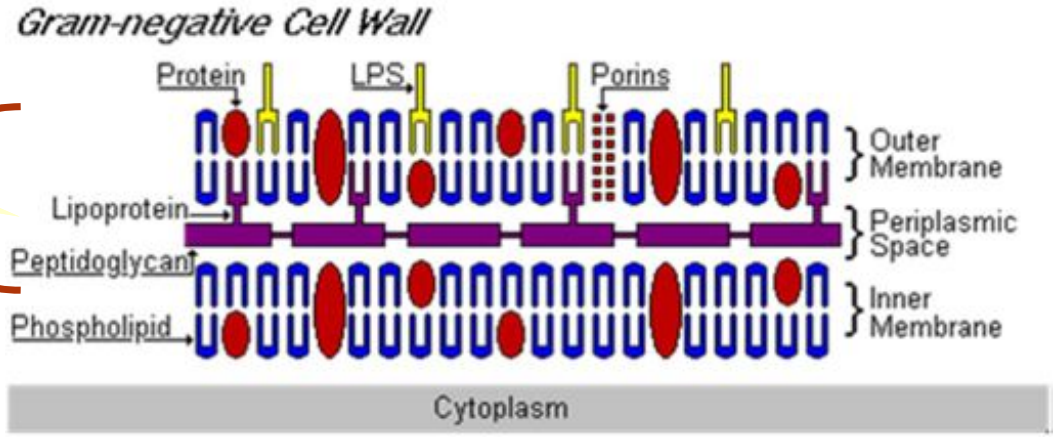


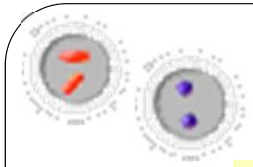
Cell wall الجدار الخلوى

البكتريا G+



البكتريا G-





الجدار الخلوي Cell Wall

الفروق الهامة بين جدر البكتيريا الموجبة والبكتيريا السالبة لصبغة جرام

الصفـة	البكتيريا الموجبة لصبغة جرام	البكتيريا السالبة لصبغة جرام
سمك الجدار الخلوي	سميك (يتراوح من 20–25 نانومتر)	رفيع (يتراوح من 10–15 نانومتر)
عدد طبقات الجدار الخلوى	واحدة	اثنين
محتوى الببتيدوجلوكان	نسبة عالية تشكل >50% من الوزن الجاف للجدار	نسبة منخفضة تشكل ~10% من الوزن الجاف للجدار
الغشاء الخارجي OM	لا يوجد	يوجد
حامض التيكويك	يوجد	لا يوجد
حامض المايكوليك	يوجد في بعض الأنواع	لا يوجد
الحيز البريبلازمي	لا يوجد	يوجد
المحتوى الليبيدي	لايوجد	يمثل~20% من الوزن الجاف للجدار
الحساسية للبنسلين	+	–
تأثير إنزيم الليسوزيم	+	–